



**University of
Zurich**^{UZH}

**Zurich Open Repository and
Archive**

University of Zurich
University Library
Strickhofstrasse 39
CH-8057 Zurich
www.zora.uzh.ch

Year: 2013

Principes d'un bon monitoring

Kéry, M ; Schmidt, B R

Abstract: Si un monitoring respecte certaines règles, il permettra de formuler des énoncés fiables sur l'état et l'évolution des effectifs des organismes étudiés. La sélection scrupuleuse des échantillons et la réduction de l'erreur de mesure revêtent une importance capitale.

Posted at the Zurich Open Repository and Archive, University of Zurich

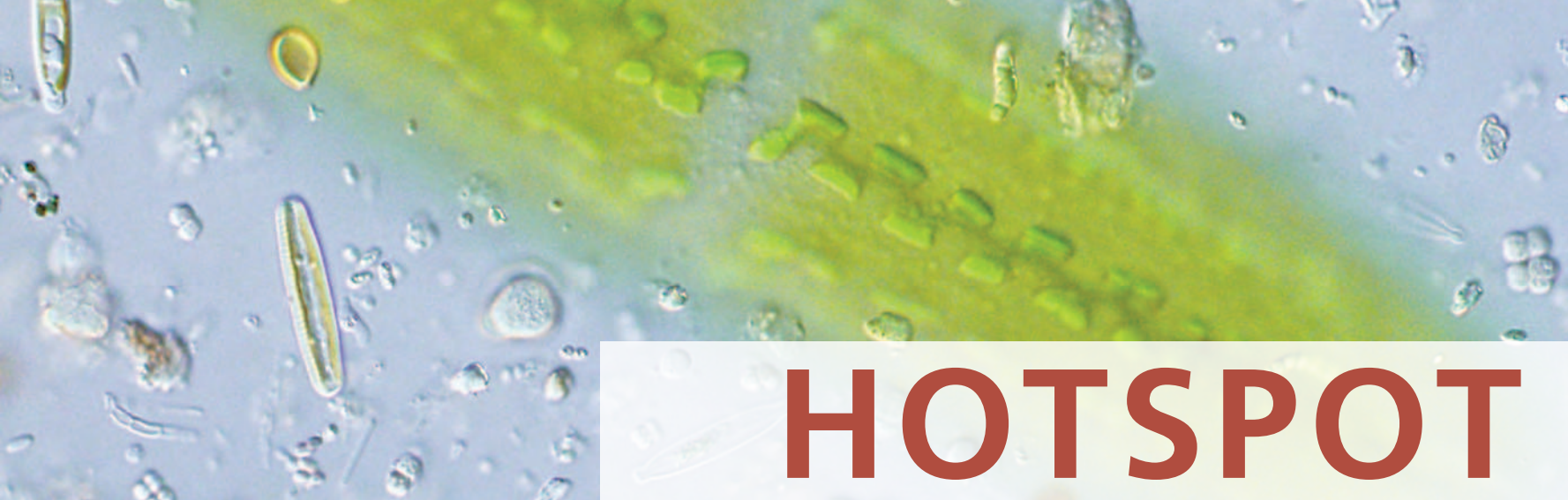
ZORA URL: <https://doi.org/10.5167/uzh-85719>

Journal Article

Published Version

Originally published at:

Kéry, M; Schmidt, B R (2013). Principes d'un bon monitoring. Hotspot, 28:8-9.



HOTSPOT



La mesure de la biodiversité

Dialogue entre recherche et pratique
Informations du Forum Biodiversité Suisse

28 | 2013

Auteurs

Matthias Albrecht, écologiste, travaille à titre de collaborateur scientifique dans le groupe Paysage agricole et biodiversité de la station de recherche Agroscope Reckenholz-Tänikon; il participe au projet européen FP7 QUESSA. Ses travaux portent principalement sur la biodiversité et les services écosystémiques en milieu agricole et les moyens de les y promouvoir.

Ariel Bergamini, est botaniste et dirige le groupe de recherche Dynamique écosystémique à l'institut fédéral de recherche WSL ainsi que le projet «Suivi des effets de la protection des biotopes en Suisse». Par ailleurs, il s'intéresse aux questions liées à la biologie de la protection de la nature chez les plantes à fleurs et les mousses.

Simon Birrer dirige le département Conservation des oiseaux à la Station ornithologique suisse de Sempach. Ses travaux se concentrent notamment sur des projets appliqués au domaine de l'agriculture et de la forêt.

Stefan Eggenberg a étudié la botanique systématique et la phytoécologie. Il a ensuite suivi une formation de dessinateur scientifique. Ancien copropriétaire de l'atelier pour la protection de la nature et les questions environnementales UNA, à Berne, il dirige aujourd'hui Info Flora, centre de données et d'informations sur la flore suisse.

Lisa Garnier a obtenu un doctorat en écologie. Journaliste scientifique, écrivaine et coordinatrice de projet, elle s'est spécialisée dans la transmission d'informations sur la biodiversité à l'attention d'un grand public. Elle gère le blog «Vigie-Nature» du Muséum national d'histoire naturelle de Paris et met au point des expériences scientifiques interactives.

Christian Ginzler, biologiste, travaille à l'institut fédéral de recherche WSL. Il y dirige l'unité de télédétection et s'intéresse avant tout à l'interprétation des photos aériennes, à la photogrammétrie et à l'analyse d'images, afin de pouvoir mesurer l'évolution du paysage.

Yves Gonseth dirige le Centre suisse de cartographie de la faune. Il entretient des contacts avec les chercheurs de terrain (le plus souvent entomologistes), les offices cantonaux et fédéraux liés à la protection des espèces et des milieux, ainsi que les institutions de l'étranger qui s'intéressent à ces mêmes thèmes.

Anne-Laure Gourmand élabore des programmes scientifiques pour le projet «Vigie-Nature» du Muséum national d'histoire naturelle de Paris et les met en œuvre avec le concours d'acteurs locaux. Elle coordonne l'observatoire STELI, qui suit l'évolution des populations de libellules en France.

Gabriela Hofer, biologiste, travaille à la station de recherche Agroscope Reckenholz-Tänikon dans le groupe Paysage agricole et biodiversité. Elle met au point des concepts pour représenter la dynamique des espèces et des milieux du paysage agricole et la contribution des surfaces de compensation écologique à la sauvegarde de la diversité spécifique.

Rolf Holderegger est professeur à l'EPF Zurich; il dirige l'unité de recherche Biodiversité et biologie de la protection de la nature à l'institut fédéral de recherche WSL. Il est chargé de la direction administrative du «Suivi des effets de la protection des biotopes en Suisse».

Markus Jenny est biologiste et dirige des projets agricoles à la Station ornithologique de Sempach, à l'interface entre recherche, mise en œuvre, marché et politique. Il préside l'association «Vision Landwirtschaft», atelier de réflexion réunissant des experts agronomes indépendants.

Marc Kéry est spécialiste en écologie des populations à la Station ornithologique suisse. Ses travaux de recherche portent principalement sur la modélisation à grande échelle de la distribution et des effectifs d'espèces d'oiseaux, les modèles de population et la modélisation de processus d'erreur de mesures dans les enquêtes écologiques sur le terrain.

Meinrad Küchler participe au groupe de recherche Dynamique des milieux à l'institut fédéral de recherche WSL. L'analyse statistique des données et la modélisation des changements écologiques observés dans divers milieux de Suisse constituent la dominante de son activité.

Enrique Lara est chercheur à l'Université de Neuchâtel et examine les micro-eucaryotes (algues, champignons, divers organismes unicellulaires). Il s'intéresse notamment à leur genèse, leur écologie, leur répartition géographique et leur gigantesque diversité.

Lukas Mathys est biologiste et travaille chez Sigmaphan en tant que chef de projet. Il a participé à divers projets portant sur les aspects techniques et thématiques liés à la saisie, au dépouillement et à la communication d'informations relatives à la biodiversité.

Edward Mitchell dirige depuis 2009 le Laboratoire de biologie du sol de l'Université de Neuchâtel et codirige, depuis 2011, le Jardin botanique de Neuchâtel. Il s'intéresse notamment à l'écologie et à la biodiversité des organismes du sol, et en particulier aux protozoaires.

Marco Moretti est écologiste et chef de groupe à l'institut fédéral de recherche WSL de Bellinzona. Il s'intéresse depuis 10 ans à divers aspects de la biodiversité et aux biocénoses ainsi qu'à leur relation avec les processus et services écosystémiques tout au long de divers gradients environnementaux, en conditions contrôlées.

Jan Pawlowski dirige le Laboratoire d'évolution moléculaire des protistes au Département de génétique et évolution de l'Université de Genève. Il explore la genèse des eucaryotes. Il dirige en outre le réseau «Swiss Barcode of Life» (SwissBOL).

Lukas Pfiffner est agro-écologiste et dirige, à l'Institut de recherche en agriculture biologique (FiBL), des projets liés à la protection de la biodiversité et de la nature, la priorité allant à l'optimisation écologique et aux interactions tritrophiques entre arthropodes et animaux vivants dans le sol, et ce dans différents systèmes de culture.

Benedikt Schmidt travaille au Centre de coordination pour la protection des amphibiens et des reptiles de Suisse (karch); il est aussi responsable de groupe de recherche à l'Université de Zurich. Il combine ainsi recherche et pratique dans l'objectif de contribuer à une protection de la nature fondée sur les faits.

Eva Spehn est collaboratrice scientifique au Forum Biodiversité et directrice du réseau international «Global Mountain Biodiversity Assessment», qui gère un portail en ligne de données liées à la biodiversité en montagne (www.mountainbiodiversity.org). Elle est membre de la commission GBIF-CH et déléguée GBIF de DIVERSITAS.

Sibylle Stöckli est responsable de projet dans le domaine de la biodiversité, du changement climatique et des fonctions écosystémiques, en particulier en entomologie et protection phytosanitaire au FiBL.

Silvia Stofer dirige le groupe Recensement de la biodiversité au sein de l'unité Biodiversité et biologie de la protection de la nature à l'institut fédéral de recherche WSL. Elle est notamment responsable de la conservation et de l'entretien de la banque nationale de données sur les lichens de Suisse (SwissLichens).

IMPRESSUM Le Forum Biodiversité Suisse encourage l'échange de connaissances entre la recherche, l'administration, la pratique, la politique et la société. HOTSPOT est l'un des instruments de cet échange. HOTSPOT paraît deux fois par an en allemand et en français: il est disponible au format PDF sur le site www.biodiversity.ch. HOTSPOT 29|2014 paraîtra en mai 2014 et sera consacré au thème «Energie et biodiversité» Editeur: © Forum Biodiversité Suisse, Berne, novembre 2013. **Rédaction:** Gregor Klaus (gk), Daniela Pauli (dp). **Traduction en français:** Henri-Daniel Wibaut, Lausanne. **Mise en page:** Esther Schreier, Bâle. **Photos:** les photographies sont accompagnées de l'indication de leur auteur. **Impression:** Print Media Works, Schopfheim im Wiesental. **Papier:** Circle matt 115 g/m², 100% Recycling. Tirage: 3300 ex.

en allemand, 1100 ex. en français, 1000 ex. en anglais. **Contact:** Forum Biodiversité Suisse, Schwarztorstr. 9, CH-3007 Berne, tél. +41 (0)31 312 02 75, biodiversity@scnat.ch, www.biodiversity.ch. **Directrice:** Daniela Pauli. **Coût de production:** 15 CHF/exemplaire. Pour que le savoir sur la biodiversité soit accessible à toutes les personnes intéressées, nous souhaitons maintenir la gratuité de HOTSPOT. Mais toute contribution sera bienvenue. Compte postal: CP 302040406. Les manuscrits sont soumis à un traitement rédactionnel. Ils ne doivent pas forcément refléter l'opinion de la rédaction. La forme masculine est utilisée dans le présent document pour faciliter la lecture. Cette disposition ne reflète en rien une discrimination basée sur le genre et les termes s'appliquent aussi bien au genre féminin qu'au genre masculin.

sc | nat 

Science and Policy
Platform of the Swiss Academy of Sciences
Swiss Biodiversity Forum

Page de titre (de haut en bas):

1. Divers micro-organismes (Photo Edward A. D. Mitchell);
2. Détermination de la diversité des pommes (Photo ProSpecieRara Bâle);
3. La diversité des papillons archivée (Photo Beat Ernst Bâle);
4. Biologistes sur de terrain (Photo Edi Stöckli)

Fondements scientifiques

Principes d'un bon monitoring

Marc Kéry, Station ornithologique suisse, CH-6204 Sempach, marc.kery@vogelwarte.ch; Benedikt R. Schmidt, Centre de coordination pour la protection des amphibiens et des reptiles de Suisse (karch), CH-2000 Neuchâtel, benedikt.schmidt@unine.ch

Si un monitoring respecte certaines règles, il permettra de formuler des énoncés fiables sur l'état et l'évolution des effectifs des organismes étudiés. La sélection scrupuleuse des échantillons et la réduction de l'erreur de mesure revêtent une importance capitale.

La biodiversité est un concept vaste, qui englobe la diversité naturelle des gènes, des individus, des populations, des espèces, des habitats et des biocénoses. La mesure de la biodiversité repose en premier lieu sur le choix des aspects de la biodiversité susceptibles d'être déterminés de la manière la plus profitable, la plus précise et la moins coûteuse. La population est d'une importance capitale, c'est-à-dire l'ensemble des individus d'une espèce dans une région. La description la plus directe de la population est sa taille, également désignée par les termes d'abondance ou d'effectifs, suivie par la distribution et les schémas temporels de son abondance et de sa distribution (tendance). Ces trois données sont capitales en matière de monitoring de la biodiversité (Yoccoz et al. 2001). Les principes énoncés ici s'appliquent toutefois aussi au nombre d'espèces, autre valeur souvent utilisée par rapport à la biodiversité.

Les lois de la statistique

La distribution et les effectifs sont souvent traités comme des données séparées, mais la distribution n'est qu'une fonction de l'abondance, avec une teneur moindre en information: une espèce est présente là où ses effectifs sont supérieurs à zéro. Si l'on connaît les effectifs sur chaque site d'une région, on connaîtra la distribution de l'espèce, mais l'inverse n'est pas vrai. En dépit de cette équivalence, il est souvent judicieux, pour des raisons pratiques, de considérer séparément les deux données, car leurs protocoles de collecte et leurs méthodes d'analyse statistique peuvent différer.

Il est fondamental de savoir que des valeurs comme l'abondance et la distribution devraient être mesurées selon les principes d'un relevé statistique d'échan-

tillons. Autrement dit, on choisit une partie d'un tout selon certaines règles (l'échantillon proprement dit), on l'analyse, on le décrit et on en tire, sur la base des lois de la statistique (en l'occurrence une extrapolation), une conclusion applicable à l'ensemble (la population totale). Ce n'est pas simplement souhaitable et destiné à satisfaire des attentes académiques; il s'agit uniquement de garantir la possibilité de formuler des énoncés fiables au sujet de la biodiversité.

Correction des erreurs de mesure

Au contraire de nombreux échantillonnages (en économie ou en sociologie, p. ex.), la confrontation avec des erreurs de mesure systématiques est pratiquement inévitable dans le cas des populations d'animaux ou de végétaux; elles sont avant tout imputables au fait que des individus ou des espèces ne sont pas vus. La probabilité de découvrir des espèces sur le terrain est ainsi généralement inférieure à 100% (Kéry 2008). Ni la distribution ni l'abondance ne peut être observée directement sans risque d'erreur. Ce constat trivial, connu sans doute de tout observateur de la nature, n'est pas sans conséquences pour le type d'échantillonnage et l'évaluation des échantillons. Si l'on veut mesurer, par comptage, dans la nature, l'abondance absolue ou la présence réelle d'une espèce, il faut toujours prendre en compte cette erreur de mesure systématique dans le processus d'échantillonnage, pour pouvoir ensuite l'éliminer sur le plan statistique.

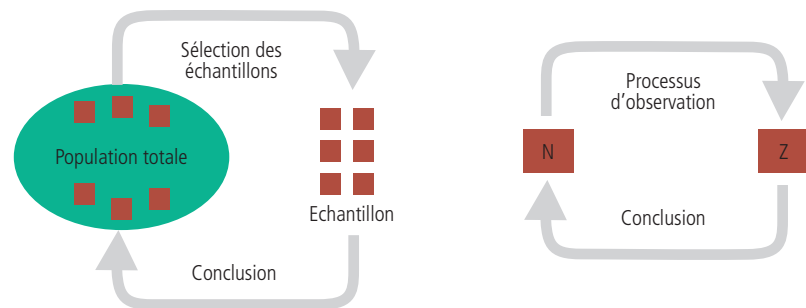


Fig. 1: Échantillonnage à deux niveaux. N = Effectifs; Z = Recensement

Exemple

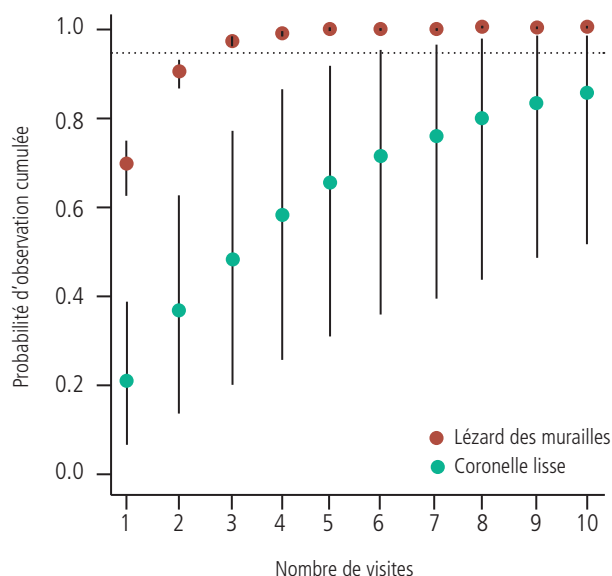
La mesure de la biodiversité dans un espace donné doit être envisagée comme un processus d'échantillonnage de deux étapes (fig. 1). La première étape consiste à définir la population totale à propos de laquelle un énoncé doit être formulé: par exemple, les effectifs de la mésange charbonnière en Suisse. Il faut ensuite définir une unité d'échantillonnage (carrés de 1 km², p. ex.) et en sélectionner un certain nombre, afin d'obtenir un premier échantillon géographique. Chaque carré présente une certaine population N, que l'on peut mesurer dans un second temps, en observant par exemple le nombre de territoires de mésange (Z). Ce recensement constitue le deuxième échantillon. L'observabilité des mésanges est inférieure à 100%; par conséquent, $Z \leq N$. Il convient donc de décrire le processus d'observation à l'aide de modèles statistiques, pour obtenir une estimation sans biais de l'état N dans le carré sur la base de la mesure Z. Il sera ensuite possible d'en dériver une estimation de la population nationale des mésanges charbonnières.

Prenons un exemple de calcul simple et supposons que nous ayons sélectionné au hasard 1000 km² sur les quelque 42 000 km² de la Suisse et que nous y ayons trouvé 8000 territoires de mésanges charbonnières. Admettons en outre que nous ayons omis en moyenne 2 territoires sur 10, c'est-à-dire qu'un territoire n'apparaît dans l'échantillon Z qu'avec une probabilité d'observation de 0,8, et que le processus d'observation ne comporte aucun autre facteur important (doublons, p. ex.).

Fig. 2: Probabilité d'observation de lézards des murailles et de coronelles lisses (avec intervalle de confiance bayésien). Les deux espèces présentent des probabilités d'observation différentes par visite (environ 0,7 et 0,2). En cas de visites multiples, on atteint, pour le lézard des murailles, après trois visites, une probabilité cumulée supérieure à 0,95, de sorte que l'espèce est normalement trouvée si elle est présente. La coronelle lisse requiert par contre beaucoup plus de visites. Le nombre de visites requis par site n'est guère chiffrable; le risque est donc grand que l'on n'observe pas l'espèce bien qu'elle soit présente. Il vaut donc la peine d'employer des méthodes statistiques susceptibles d'estimer correctement l'abondance et la distribution.



Coronelle lisse. Photo Thomas Ott, Bubendorf



L'abondance des mésanges charbonnières peut ainsi être estimée à $((8000:1000):0.8) \times 42000 = 420000$ territoires. Il importe également de calculer un intervalle de confiance, qui indique la fiabilité de la valeur estimée.

L'échantillonnage

La représentation explicite des mesures de l'abondance et de la distribution en tant que processus d'échantillonnage met en évidence que les deux échantillons doivent être effectués selon certaines règles pour que les conclusions puissent être tirées sur la base des lois de la statistique. Le principe le plus important de la première étape est l'échantillonnage aléatoire; c'est la condition requise pour obtenir un échantillonnage représentatif.

Le traitement adéquat du processus d'observation suppose également le respect de quelques règles. Une certaine standardisation de la mesure est essentielle, par rapport à l'unité spatiotemporelle d'échantillonnage, les méthodes utilisées et les conditions d'observation, par exemple. Cependant, des méthodes standard ne suffisent pas pour obtenir des mesures fiables de la biodiversité, car l'expérience montre qu'il est impossible d'éliminer totalement de nombreux facteurs d'influence (différences dans l'expérience des observateurs ou les densités de population, p. ex.) et que

la probabilité d'observation n'est pas constante, même dans des programmes de monitoring fortement standardisés. L'estimation de l'observabilité requiert normalement plusieurs visites du même site. Un exemple simple pourra l'illustrer: si une espèce effectivement présente est observée lors de la première visite, mais ne l'est pas lors de la seconde, il est permis de dire que la probabilité d'observation est de 0,5. La figure 2 présente des probabilités d'observation empiriques pour le lézard des murailles et la coronelle lisse; les données ont été collectées dans le cadre de la mise à jour de la Liste rouge des reptiles de 2005. Malheureusement, la plupart des programmes de monitoring présentent des carences dans l'une ou l'autre des composantes d'échantillonnage décrites. Parmi les bons exemples de programmes tenant compte des deux composantes figurent le Monitoring de la biodiversité en Suisse (MBD) (Weber et al. 2004) et le Monitoring des oiseaux nicheurs répandus de Suisse (Kéry et Schmidt 2008). De même, à l'occasion de la mise à jour de la Liste rouge des amphibiens, les principes énoncés ici ont été respectés (cf. p. 16). Dans tous les cas, un échantillonnage aléatoire géographique a été étudié plusieurs fois par saison à l'aide de méthodes permettant d'évaluer la probabilité d'observation et donc les aires de distribution et les abon-

dances absolues. Si les règles décrites sont respectées, un programme de monitoring fournira de bonnes informations; cela s'applique aussi aux programmes réalisés avec des volontaires.

Conclusion

Les principes d'un bon monitoring se résument rapidement. D'abord, il faut bien réfléchir aux questions que le monitoring doit élucider. Par exemple, «combien de mésanges charbonnières y a-t-il en Suisse?». Ensuite, il faut décider quelles mesures sont appropriées pour pouvoir répondre à ces questions. Selon nous, l'abondance et la distribution sont des mesures importantes pour la pratique. Enfin, il faut procéder à une bonne sélection des échantillons et à un protocole de collecte permettant de réduire le plus possible les inévitables erreurs de mesure, que ce soit sur le terrain ou, par la suite, lors de l'analyse des données. Dans le cas d'un échantillonnage aléatoire et d'une prise en compte de l'observabilité partielle, le monitoring permettra de formuler des énoncés fiables, de sorte que les bonnes décisions pourront être prises sur le plan de la protection de la nature.

Bibliographie

www.biodiversity.ch > Publications